



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN PECUARIA**



**PERIODO DE COSECHA Y USO DE MALLA
RASCHELL ROJA Y BLANCA GRADO SOMBRA
80% EN LA ETAPA DE PRODUCCION DE
GERMINADO HIDROPÓNICO DE SORGO
ESCOBERO (*Sorghum vulgare*) EN LAMBAYEQUE**

TESIS

**Presentada como requisito
Para optar el título profesional de:**

INGENIERO ZOOTECNISTA

POR

**BACH. SUSETTY CATHERINE SANTAMARÍA
QUEVEDO**

Lambayeque — Perú

2017

**“PERIODO DE COSECHA Y USO DE MALLA RASCHELL ROJA Y BLANCA
GRADO SOMBRA 80% EN LA ETAPA DE PRODUCCION DE GERMINADO
HIDROPÓNICO DE SORGO ESCOBERO (*Sorghum vulgare*) EN
LAMBAYEQUE”**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO ZOOTECNISTA

POR

BACH. SUSETTY CATHERINE SANTAMARÍA QUEVEDO

**Sustentada y aprobada
ante el siguiente jurado**

**ING. MSC. RAFAEL ANTONIO GUERRERO DELGADO
PRESIDENTE**

**ING. HUMBERTO GAMONAL CRUZ
SECRETARIO**

**ING. BENITO BAUTISTA ESPINOZA
VOCAL**

**ING. MSC. NAPOLEÓN CORRALES RODRÍGUEZ
PATROCINADOR**

INDICE

N° Capítulo	Titulo del Capitulo	N° Pag.
I.	INTRODUCCION.....	1
II.	REVISION BIBLIOGRAFICA.....	2
	2.1. Las Plantas.....	2
	2.2. La Luz Solar.....	2
	2.2.1. Perjuicios del Exceso de Luz.....	4
	2.2.2. Los Fitocromos.....	5
	2.3. Mallas de Sombreo.....	5
	2.4. La Hidroponía.....	11
	2.4.1. El Germinado Hidropónico o Forraje Verde Hidropónico.....	12
	2.4.2. Ventajas del Germinado Hidropónico.....	13
	2.4.3. Selección de Semillas.....	14
III.	MATERIAL Y METODOS.....	23
	3.1. Lugar de Ejecución y Duración del Experimento.....	23
	3.2. Tratamientos Evaluados.....	23
	3.3. Material y Equipo Experimental.....	24
	3.3.1. Materiales.....	24
	3.3.2. Instalaciones y Equipo.....	24
	3.4. Metodología Experimental.....	25
	3.4.1. Diseño de Contrastación de Hipótesis.....	25
	3.4.2. Técnicas Experimentales.....	26
	3.4.3. Variables Evaluadas.....	28
	3.4.4. Análisis Estadístico.....	29
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	30
	4.1. Análisis de Producción de Germinado Hidropónico de Sorgo Escobero (<i>Sorghum vulgare</i>) por Tratamiento.....	30
	4.1.1. Producción de Germinado Hidropónico por Bandeja (TCO).....	30
	4.1.2. Contenido de Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Extracto Etéreo (EE), Fibra Cruda (FC) y Cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico de Sorgo Escobero de cada Tratamiento en Base Fresca y Base Seca.....	31
	4.1.3. Producción de Germinado Hidropónico por Metro Cuadrado(TCO).....	31
	4.1.4. Producción de Materia Seca (MS) de Germinado Hidropónico por Metro Cuadrado de cada Tratamiento (Kg).....	33
	4.1.5. Producción de Proteína Cruda (PC) de Germinado Hidropónico por metro Cuadrado en Base Seca (Kg).....	34

4.1.6. Producción de Extracto Etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro Cuadrado en Base Seca (Kg).....	36
4.1.7. Producción de Fibra Cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro Cuadrado en Base Seca (Kg).....	37
4.1.8. Producción de Cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico por metro Cuadrado en Base Seca (Kg).....	38
4.2. Análisis de Productividad de Germinado Hidropónico de Sorgo Escobero (<i>Sorghum vulgare</i>) por Tratamiento.....	40
4.2.1. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kg de Semilla Procesada en Base Fresca (Kg).....	40
4.2.2. Rendimiento de Materia Seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de Semilla Procesada.....	42
4.3. Análisis Económico de Germinado Hidropónico Sorgo Escobero (<i>Sorghum vulgare</i>) por Tratamiento.....	44
4.3.1. Costo de Producción de un kg de Materia seca de GH de Sorgo Escobero (<i>Sorghum vulgare</i>) por Tratamiento (TCO).....	44
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
5.1. Conclusiones.....	46
5.2. Recomendaciones.....	46
VI. RESUMEN.....	47
VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	48
VIII. ANEXOS.....	52
8.1. Producción por Metro Cuadrado.....	52
8.2. ANOVA Producción de GH/ Bandeja a la Cosecha (TCO)...	56
8.3. ANOVA Producción de GH/m ² (TCO).....	57
8.4. ANOVA Rendimiento MS/m ² (TCO).....	57
8.5. ANOVA Rendimiento PC/m ² (BS).....	58
8.6. ANOVA Rendimiento EE/m ² (BS).....	59
8.7. ANOVA Rendimiento FC/m ² (BS)	59
8.8. ANOVA Rendimiento Cenizas/m ² (BS)	60
8.9. ANOVA Rendimiento GH/Kg de Semilla Procesada (TCO).....	61
8.10. ANOVA Rendimiento de Kg de MS/kg de Semilla Procesada.....	61
8.11. Estructura de costos de producción de GH de sorgo escobero del Tratamiento uno (T1).....	62

INDICE DE TABLAS

N° Tabla	Titulo del Capitulo	N° Pag.
Tabla 1.	Peso de Germinado Hidropónico de sorgo escobero por bandeja por tratamiento en base fresca (TCO) a los 13 y 10 días de edad (Kg).....	30
Tabla 2.	Contenido Nutricional en Base Fresca (TCO) y Base seca (BS) de Germinado Hidropónico de sorgo escobero por tratamiento (%).....	31
Tabla 3.	Producción de Germinado Hidropónico (TCO) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).....	32
Tabla 4.	Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento Kg).....	34
Tabla 5.	Producción de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico en base seca (BS) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)....	35
Tabla 6.	Producción de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).....	37
Tabla 7.	Producción de Fibra Cruda (FC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).....	38
Tabla 8.	Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).....	40
Tabla 9.	Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).....	42
Tabla 10.	Rendimiento de Materia Seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).....	43
Tabla 11.	Costo en soles (S/) de 1 kg de GH (TCO) de sorgo escobero (Sorghum vulgare).....	45

I. INTRODUCCION

Los avances en la producción hidropónica de hortalizas incorporan tecnologías cada vez más sofisticadas para mejorar la respuesta de las plantas y muchas de estas técnicas se han aplicado de manera adaptativa a la producción de Germinado Hidropónico con fines forrajeros como es la calidad de la semilla, uso de soluciones hidropónicas en el agua de riego, etc. Uno de los principales inconvenientes que afecta el proceso es el estrés calórico lo cual influye en la evapotranspiración de la planta con la consecuente demanda de mayor cantidad de agua de riego y poca ganancia de peso total. Se ha investigado muy poco respecto a la adecuación de invernaderos que permitan generar un micro clima adecuado para optimizar la producción del Germinado. El sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) podría constituirse en una alternativa para producir germinado hidropónico siempre que su costo lo permita; sin embargo, necesita parámetros propios en Lambayeque para definir la viabilidad de su cultivo, por lo que cabe preguntarse ¿Influye el periodo de cosecha y el uso de malla raschell (GS 80%) roja y blanca en la productividad de germinado hidropónico de sorgo escobero (*Sorghum vulgare*)?

Para responder a esta interrogante se plantearon el siguiente objetivo:

- Determinar la mejor interacción entre el periodo de cosecha y uso de malla raschel roja y blanca para optimizar la producción de germinado hidropónico de sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) y su concentración nutricional en Lambayeque.
- Determina el costo de producción de los tratamientos evaluados.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Las Plantas

MARTÍNEZ *et al.*, (2005), indican que las plantas responden a la intensidad, dirección, duración y color de la luz. Gracias a su plasticidad, se adaptan óptimamente al entorno. Esas respuestas, desencadenadas a lo largo del ciclo biológico, comprenden la inducción de la germinación de las semillas, el desarrollo en luz de las plántulas (desetiolación), la adaptación de la capacidad fotosintética a la intensidad lumínica, el fototropismo o crecimiento hacia la fuente de luz y el “síndrome de huida de la sombra”. La respuesta de floración se inicia en la estación del año adecuada gracias a la percepción de cambios en el fotoperiodo o duración día-noche.

2.2. La Luz Solar

MARTÍNEZ *et al.*, (2005) dicen que las plantas dependen de la luz como fuente principal de energía. La fotosíntesis convierte la energía de la luz en energía química necesaria para el crecimiento y desarrollo de las plantas siendo muy sensibles tanto a la cantidad como a la calidad de la luz. La manipulación de la luz para el uso de la agricultura y horticultura inicialmente estuvo dirigida al control de la cantidad de luz, para optimizarla de acuerdo a las necesidades específicas de cada cultivo. Sin embargo, las plantas responden también a la calidad (distribución del espectro) de la luz incidente. Esta respuesta es mediada por varios sistemas foto receptores basados en pigmentos que controlan las distintas etapas del desarrollo de la planta. La luz solar se compone de diferentes

colores, que se corresponden con luces de diferentes longitudes de onda, expresadas en nanómetros. El espectro visible al ojo humano cubre la región de 400 a 700 nm, mientras que las plantas “perciben” además las regiones del ultravioleta (UV) y del rojo lejano. Para ello están dotadas de distintos tipos de proteínas: receptores de luz uv-B (280-320 nm); criptocromos, que absorben mayoritariamente luz uv-A (320-390 nm) y azul (400-500 nm); clorofilas, que absorben luz azul y roja (600-700 nm); carotenoides, que absorben luz verde y amarilla (400-600 nm), y los fitocromos, que absorben luz roja y roja lejana (700-800 nm).

TAIZ Y ZEIGER (2006), manifiestan que cuando la luz blanca entra en la superficie superior de una hoja, cerca de la superficie irradiada se absorben principalmente fotones del azul y del rojo, que corresponde a las bandas de fuerte absorción de clorofila que se hallan en las regiones del azul y rojo del espectro. Por otro lado, la luz del verde penetra más profundamente en la hoja que con la luz del azul y del rojo ya que las clorofilas absorben muy poco en el verde. Sin embargo, la luz del verde es muy efectiva como fuente de energía para la fotosíntesis en los tejidos de la hoja sin aporte de fotones del azul y del rojo. En algunas plantas de día largo como la *arabidopsis*, la luz del azul puede estimular la floración, sugiriendo la posible participación de un foto receptor de luz del azul en el control de la floración. Se ha estudiado el papel de luz del azul en la floración y su relación con los ritmos circadianos empleando una construcción con el gen marcador luciferasa. Bajo luz blanca continua, la luminiscencia cíclica tiene un periodo de 24.7 horas, pero en oscuridad la

duración del periodo se alarga hasta 30 o 36 horas. La aplicación de luz del rojo o del azul, acorta el periodo a 25 horas.

2.2.1. Perjuicios del Exceso de Luz

MARTÍNEZ Y TAPIA (2002), indican que la luz que entra en el invernadero conlleva cambios tanto en la temperatura como en los requerimientos de riego de las plantas que pueden llegar a ser negativos: a) Calienta los invernaderos, lo cual obliga a ventilar con la consiguiente reducción de la humedad del aire, favoreciéndose el “stress” hídrico y bajando la fotosíntesis por exceso de temperatura y foto respiración; b) Provoca el aumento de la transpiración de la planta, lo que en condiciones de riego insuficiente propicia el stress hídrico y detención del crecimiento; c) Hace que la planta se adapte y cambie la forma, tamaño y color de las hojas, (en beneficio o perjuicio de la calidad en plantas ornamentales) y d) En algunos casos puede incluso llegar a “quemar” a las plantas de forma directa. Estos perjuicios dependen del manejo que el horticultor haga del riego y de la ventilación. Muchas veces los efectos negativos del aumento de iluminación de un cultivo no son debidos a la mayor luz sino al hecho de que no se ha aumentado el riego en consonancia o no se ha mantenido la temperatura en valores adecuados. En estos casos no es la luz sino la falta de riego y las altas temperaturas las que perjudican al cultivo.

2.2.2. Los Fitocromos

MARTÍNEZ *et al.*, (2005) manifiestan que los fitocromos son proteínas solubles constituidas por dos subunidades idénticas de unos 1200 aminoácidos y 125 kilo dalton de masa molecular. Cada subunidad consta de un dominio amino terminal globular, al que se une un cromóforo responsable de la absorción de la luz y de un dominio carboxilo terminal, implicado en la dimerización y en la función reguladora del fitocromo. Los fitocromos intervienen en el ciclo biológico de la planta, desde la germinación a la floración y tuberización, pasando por la desetiolación de las plántulas y el alargamiento de tallo y entrenudos.

2.3. Mallas de Sombreo

CASTILLA (2005) manifiesta que las mallas reducen la tasa de ventilación del orden del 40 por ciento con malla anti pulga, al 70 a 80 % con mallas anti trips, aunque la reducción de la tasa de ventilación puede ser mayor con velocidad de viento muy baja. En los invernaderos que utilizan malla como material de cerramiento no se genera efecto invernadero y prevalece una función de cortavientos y de sombreado, además de restringir el acceso de insectos, en función del orificio de malla y de las condiciones de instalación.

MARTÍNEZ Y TAPIA (2002) precisan que la luz que llega a un invernadero: una parte es reflejada por la cubierta, otra se convierte en calor en la misma cubierta, otra se convierte en calor en el suelo y en

todos los objetos que hay en el invernadero, y otra parte es absorbida por la planta, la cual se convierte, casi toda, en calor y es responsable de la transpiración (evaporación de agua por las hojas), sólo una pequeña porción es aprovechada para la fotosíntesis o crecimiento. Los porcentajes varían dependiendo de las cubiertas, densidad y tamaño de las plantas en el invernadero, y de la especie cultivada. Para el sombreado conviene tener en cuenta por donde llega la iluminación a las plantas. El sol cambia de posición en el cielo y por lo tanto sus rayos inciden y atraviesan la cubierta del invernadero con ángulos muy distintos según la hora y el día del año. La luz al chocar con la cubierta sigue tres caminos distintos: 1º una parte se refleja; 2º otra parte se convierte en calor y calienta la cubierta y el aire cercano y 3º el resto atraviesa la cubierta y llega a las plantas, pero más o menos difundida es decir los rayos de luz han cambiado de dirección. La proporción de luz que sigue cada vía depende del ángulo de incidencia y propiedades del material. Las propiedades de la cubierta en relación con las características de aprovechamiento de la luz por la planta que se va a cultivar bajo ella y la radiación que se recibe en el lugar del emplazamiento son de primordial interés económico. Un error cometido en la elección significará estar cultivando con un desaprovechamiento continuo de luz por exceso del sombreado (no es corriente equivocarse por exceso de iluminación). Las tres propiedades de los materiales con respecto a la luz son reflexión, absorción y transmisión, teniendo cada una su importancia: - La transmisión condiciona la luz a disposición de las plantas y la cantidad de calor que entrará en el invernadero en forma de luz. Como norma debe

ser lo más alto que las plantas y el calentamiento que el invernadero tolere. – La absorción determinará el calentamiento de la cubierta o malla de sombreo y en cierta medida el calentamiento de la cubierta o malla de sombreo y en cierta cantidad el calentamiento del invernadero, sobre todo en el caso de mallas negras dentro o adosadas a los invernaderos, Para estos casos es preferible utilizar mallas blancas de menos absorción. – La reflexión es una propiedad fundamental en los materiales de sombreo que ha sido menospreciada por ser solo importante en los países de alta irradiación. Retrasa la conversión de parte de la luz en calor devolviéndola hacia el cielo. Controlándola puede originar cambios micro climáticos. La malla blanca puede reflejar un 30 por ciento de la luz recibida lo que equivale a evacuar un tercio del calor que se hubiera recibido. La malla blanca y negra de medio sombreado tienen 60 y 60 por ciento de transmisión, 30 y 5 por ciento de reflexión y 10 y 35 por ciento de absorción respectivamente. La malla negra muy sombreada tiene 20 por ciento de transmisión, 5 por ciento de reflexión, 75 por ciento de absorción. No existe el material ideal. Cuanto más sol llega en verano a una zona, más difícil es encontrar un material satisfactorio desde el punto de vista de la transparencia. Si es más o menos correcto para el invierno, en verano deja pasar demasiada luz con los consiguientes problemas de calentamiento, desecación, etc. Las mallas ofrecen beneficios adicionales que no están relacionados directamente con las propiedades cromáticas específicas de las mismas como: protección frente a la luz excesiva, peligros medio ambientales (granizo, vientos,

temperaturas extremas de día/noche) y/o pájaros, murciélagos, e insectos.

OLIVEIRA *et al.* (2012), indican que el uso de redes de colores emerge como una tecnología viable, tanto desde el punto ecológico como económico, y que están destinados a combinar protección física, junto con el filtro para la radiación solar diferencial promoviendo específicamente respuestas fisiológicas que son reguladas por la luz.

BUSTOS (2009) en Chile realizó un ensayo de calidad lumínica bajo cobertura de malla Raschel de color (negro, azul, blanco y verde) en plantas de *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens* y *Pinus radiata* hasta de un 1 año considerando que la calidad lumínica y el porcentaje de sombra son factores ambientales claves, que pueden influenciar la tasa de fotosíntesis, promover respuestas y adecuaciones tanto fisiológicas y morfológicas en la germinación y crecimiento inicial de las plántulas. Contrariamente a lo esperado analizando el espectro de transmisión, sólo algunas mallas de colores modifican la calidad lumínica (azul y verde), las otras modifican principalmente el nivel de sombra (blanco y negro). La malla blanca promovió un mayor crecimiento en altura de las tres especies, en cambio en las plantas que contaron con un mayor volumen de suelo la malla azul promovió un mayor crecimiento.

STAMPS (2009), manifiesta que el color de malla es una herramienta relativamente nueva que puede utilizarse para una amplia variedad de propósitos por los horticultores. Sin embargo, los efectos son variados y

las respuestas de la planta pueden ser diferentes incluso entre los cultivares de la misma planta. Debido a que la compensación de color tiene numerosos efectos además de la foto selectividad, la cual incluso puede cambiar con el tiempo, es importante que los investigadores proporcionen descripciones cuidadosas y completas de condiciones experimentales. La calidad y cantidad de los valores de radiación y parámetros de microclima deben ser medidos y reportados para ayudar en la determinación de los factores que podrían estar causando algún cambio. Según Nissim *etal.* (2008), las mallas independientemente de su color reducen la radiación que llega a los cultivos que se encuentran debajo de ellas. Cuanto mayor sea el factor de sombra, más radiación será bloqueada. La reducción de radiación afecta las temperaturas del aire, plantas y suelo así como la humedad relativa. Además de afectar la cantidad de radiación, las mallas pueden influir en la dirección de radiación. Las mallas de sombra de color también aumentan la dispersión de la luz en 50 % o más pero no afecta el espectro de luz y esto puede influir en el desarrollo y crecimiento de la planta. Aumenta la ramificación, la compacidad de la planta, y el número de flores por planta. Las mallas reducen la velocidad y recorrido del viento, lo que puede afectar a la temperatura, humedad relativa, y concentración de gases resultantes de la reducción en la mezcla de aire. Estos cambios afectan la transpiración, la fotosíntesis, la respiración y otros procesos. Los efectos sobre el movimiento del aire dependen de la porosidad y la ubicación física de la red en relación con las plantas y pueden ser afectados por la hora del día, la estación y otros factores. Las mallas de sombreo a menudo se

despliegan sobre los cultivos para reducir el estrés por calor. La humedad relativa es a menudo más alta bajo la malla que en el exterior como consecuencia de vapor de agua que es transpirada por el cultivo y la reducción de la mezcla con aire más seco fuera de la zona tejida, aun cuando las temperaturas interiores de la red son más altas que en el exterior y de acuerdo a los estudios de Basile *et al.* (2008) el rendimiento de fruta en números y masa se redujo en todos los tratamientos netos de colores (azul, gris, rojo y blanco con factores de sombreado PAR de 20 por ciento a 27 por ciento); Sin embargo, los aumentos en el tamaño del fruto en virtud de las redes, excepto el gris, compensaron el rendimiento inferior de modo que los valores de los cultivos no fueron diferentes del tratamiento testigo.

AYALA *et al.* (2015), en México evaluaron la influencia de cinco mallas sombra sobre la transmisión de radiación fotosintéticamente activa (RFA), la temperatura y la humedad relativa del aire, el crecimiento de plantas y rendimiento de fruto de Pimiento Morrón (*Capsicum annum* L.) Utilizaron mallas de polietileno con 50 % de sombra en colores verde, rojo, beige y azul, más una negra como testigo positivo y un testigo negativo sin malla. Las mallas de colores transmitieron de 55,3 a 58,3 % de la RFA, mientras que la malla negra transmitió 51,9 %. Aunque la reducción de radiación ocasionada por las mallas no influyó significativamente en la temperatura, la humedad relativa fue incrementada de 9,1 % (negra) a 21,0 % (beige). Las mallas verde y roja propiciaron los mayores incrementos en la altura y área foliar de las

plantas. Los rendimientos con calidad de exportación obtenidos con las mallas superaron desde 52.5 por ciento (negra) hasta 13,8 por ciento (beige) a las 20,4 TM/ ha cosechadas en el testigo sin malla. En este último la producción de frutos que no alcanzaron la calidad comercial fue estadísticamente mayor que en plantas protegidas con malla.

CHAFLOQUE (2015) evaluó dos grados de sombra (50% y 80%) de malla Raschel verde y dos periodos de cosecha (14 y 17 días) en la producción de GH de maíz en Lambayeque desde el 1 al 17 de abril de 2015 hallando que los mejores rendimientos nutricionales por metro cuadrado se lograron utilizando malla Raschel verde GS 50% cosechado a los 14 días con los siguientes resultados, materia seca: 1.81 kg; proteína cruda: 0.23 kg; extracto etéreo: 0.066 kg; fibra cruda: 0.25 kg y cenizas: 0.06 kg. En productividad se logró 4.98 kg de GH fresco/kg de semilla procesada y 0.903 kg de MS/kg de semilla procesada.

2.4. La Hidroponía

CASTILLA (2005), manifiesta que el cultivo sin suelo es el sistema en el cual la planta desarrolla su sistema radicular en un medio (normalmente sólido o líquido) confinado en un estado limitado y aislado, fuera del suelo e indica que el término “*hidroponía*” abarca todos los métodos y técnicas para cultivar plantas sin suelo en sustratos artificiales o en soluciones nutritivas bien aireadas.

2.4.1. El Germinado Hidropónico o Forraje Verde Hidropónico

TARRILLO (2005), el forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales (cebada, avena, trigo, maíz, etc.) que se realiza durante un periodo de 8 a 15 días, captando energía del sol y asimilando los minerales disueltos de una solución nutritiva. La producción de germinados está considerada como un sistema hidropónico, debido a que este se realiza sin suelo, lo que permite producir a partir de semillas colocadas en bandejas una masa forrajera de alto valor nutritivo, consumible al 100 por ciento con una digestibilidad de 85 a 90 por ciento, limpio y libre de contaminantes.

FAO (2001), indica que el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo.

REGALADO (2009) dice que el forraje hidropónico (FH) viene a ser el resultado del proceso de germinación de los granos de cereales o leguminosas (cebada, maíz, soya, sorgo) que se realiza durante 9 a 15 días, alcanzando una altura de 20 a 25 cm., y que los animales consumen por completo: tallos, hojas, raizuelas, y restos de semilla.

PICHILINGÜE (1994), manifiesta que para lograr una mayor germinación y crecimiento, la luz solar y la ventilación deben ser

abundantes. Asimismo, las plantas deben ser protegidas contra el viento y las heladas, debe también conservarse una constante circulación de aire en la solución, para obtener buenos resultados. En el cultivo de la mayoría de las plantas, la temperatura de la solución debe fluctuar entre 18°C a 26°C y la del invernadero no debe ser mayor de 32°C, manteniéndose una humedad relativa de 75 por ciento, aproximadamente.

2.4.2. Ventajas del Germinado Hidropónico

TARRILLO (2005) indica que el sistema de germinado hidropónico presenta varias ventajas como ahorro de agua, porque las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial, e infiltración son mínimas al compararla con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, pues la producción de Forraje Hidropónico requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre 12 a 18 por ciento; Eficiencia en el tiempo de producción: La producción de forraje hidropónico apto para la alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12 porque a partir de ese día se inicia un marcado descenso en su valor nutricional y mejor calidad del forraje para los animales porque el forraje hidropónico es un succulento forraje aproximadamente de 20 a 30 cm. de altura de plena aptitud comestible

para los animales. Su alto valor nutritivo la obtiene debido a la germinación de los granos.

2.4.3. Selección de Semillas

CORONA (2011) recomienda usar semilla de buena calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de germinación probada y rendimiento.

GIL (2007) manifiesta que el proceso de producción del FVH, se inicia con la selección de semillas de buena calidad, entendiendo por ello un alto porcentaje de pureza, germinación y ocasionalmente su valor cultural (se debe evitar en lo posible el uso de semillas certificadas por su alto costo y aquellas desinfectadas con agroquímicos: insecticidas o fungicidas), las semillas seleccionadas, básicamente deben tener el grado de madurez necesario (cosechadas en el momento oportuno) y estar enteras, es decir no haber sufrido daño mecánico durante la cosecha ni daños por ataque de plagas. Las semillas almacenadas por mucho tiempo, tienden a perder viabilidad. Una prueba elemental de evaluación consiste en tomar muestras y colocarlas en un envase con agua. Las semillas sanas quedan al fondo y algunas semillas de bajo peso flotan de inmediato. Si se determina que más del 95 por ciento de las semillas se mantienen sumergidas, indican que se trata de una buena muestra, pero si contrariamente más del 50 por ciento flota, es preferible descartarla. Entre las pruebas para certificar la calidad se sugiere al menos determinar la pureza, poder germinativo y valor cultural.

RESH (2006) refiere que las semillas se lavan para quitar impurezas y semillas de mala calidad, luego se remojan con agua durante 18 a 24 horas. Las semillas remojadas se olean durante 48 horas y luego se siembran en las bandejas de germinación a una profundidad de aproximadamente 1,5 cm y se colocan en la cámara de producción en estanterías provistas con un sistema de nebulización donde permanecerán 6 a 7 días. Los ciclos de riego varían de 8 a 10 veces por día, con un periodo de 20 a 60 segundos por ciclo. Utilizando buena semilla, el rendimiento puede aumentar y llegar a una producción 12 veces superior. Los animales consumen todo el materia vegetal como raíz, semilla y hojas.

MOYANO Y SÁNCHEZ, (2012), indican que el comportamiento de la proteína de forraje verde hidropónico (FVH) de maíz (*Zea mays*) en función del tiempo de cosecha, presenta su pico máximo en el día décimo a partir del cual empieza a descender levemente hasta el día doce y de allí en adelante presenta un descenso vertiginoso por lo que el tiempo máximo de germinación de las plántulas no debe exceder el día doce.

QUIÑONES (2012) cita a Vargas (2008) quien comparo la respuesta productiva de forraje hidropónico de tres gramíneas (arroz, maíz y sorgo). Para las tres especies mencionadas indica contenidos de 15,82, 11,54 y 11,48 por ciento de materia seca; 7,92; 9,96 y 10,47 por ciento de proteína; 9,17, 2,41 y 6,54 por ciento de cenizas; 58,25, 43,13 y 66,66 por ciento de FDN; 38,54, 18,89 y 45,17 por ciento de

FDA; 10.67, 7.67 y 14.28 por ciento de lignina respectivamente. El mayor rendimiento de biomasa se obtuvo en sorgo negro forrajero. En promedio, las bandejas de 720 cm² de esta semilla lograron producir 21,65 kg de forraje verde hidropónico. Por su parte el maíz alcanzó el segundo nivel de producción generando 17.20 kg de biomasa y por último el arroz, cuyos rendimientos no superaron los 14.35 kg. Entre la producción del sorgo y la de maíz no hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$), igual sucedió entre el maíz y el arroz; entre el sorgo y el arroz las diferencias fueron significativas al 8 por ciento. La relación semilla: material producido para el sorgo fue 1: 5,45; para el maíz 1: 4,3 y para el arroz 1: 3,58. En relación a la composición química de forraje de cebada y maíz cosechado a los 11 días, Silva y Moreno (2004) reportan los siguientes valores en términos de materia seca: Proteína 13,30 y 15,08 por ciento, Grasa 2,7 y 2,6 por ciento, Fibra 12,0 y 12,76 por ciento, Cenizas 4.1 y 2,24 por ciento y Nifex 67,72 y 67,32 por ciento respectivamente.

HERNÁNDEZ (2013), desde el 23 de Junio al 8 de Julio de 2013 en Lambayeque, para determinar la densidad óptima de siembra para germinado hidropónico (GH) de maíz amarillo duro (*zea mays*), evaluó cuatro niveles de siembra en Lambayeque: 2, 3, 4 y 5 Kg/m² durante 15 días y el mejor comportamiento se obtuvo con 2 Kg/m², logrando un rendimiento de 5,71 kg de GH/kilogramo de semilla procesada, con la siguiente composición química: PC 11.25 por ciento, FC 7.95 por ciento, EE 3.58 por ciento y CEN 1.02 por ciento, presentando

rendimientos por metro cuadrado de 1,77 kg de MS en base fresca y en base seca: 0,199 kg de proteína cruda y 0,14 kg de fibra cruda por metro cuadrado.

PÉREZ (2013) evaluó 16 tratamientos combinando 4 densidades de siembra (3, 2.5, 2.0 y 1.5 kg/m²) de maíz (*Zea mays*) con 4 periodos de cosecha (12, 15 18 y 21 días) en Lambayeque, encontrando que la mayor producción de proteína cruda (PC)/m² se obtuvo con una densidad de 3.0 kg/m² cosechado a los 18 días rindiendo 0.29 kg PC/m². El mejor rendimiento de germinado hidropónico por kg de semilla procesada en base fresca (TCO) lo obtuvo con 1.5 kg/m² cosechada a los 18 días con un rendimiento de 5.98 kg de GH/kg de semilla procesada, pero en este tratamiento el rendimiento de PC/m² disminuyó a 0.19 kg/m² en base seca. Con este mismo tratamiento obtuvo el menor costo de producción.

SINCHIGUANO (2008), en Ecuador, al evaluar la productividad medida en rendimiento de kg de MS de FVH por kg de semilla en cinco especies de semilla fueron: 1.7 kg para avena, 1.7 kg para cebada, 1.2 kg para trigo y 1.3 kg para vicia, todas con 15 días de periodo de producción y 1.0 kg de MS para maíz con 17 días de periodo de producción.

FASSIO et al (1998) indican que aunque el maíz es originario de los Trópicos, el crecimiento óptimo del cultivo ocurre a temperaturas de 24 a 30°C. Temperaturas nocturnas altas no favorecen el crecimiento del

cultivo, sino que incrementan las tasas de respiración y de esta forma se reduce el peso seco acumulado durante el día por la fotosíntesis.

GUEVARA (2013) del 4 a 18 de Junio de 2012 evaluó el rendimiento de GH de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con 6 niveles de densidad de siembra en Lambayeque T1: 3kg/m², T2: 4kg/m²; T3: 5kg/m²; T4: 6kg/m²; T5: 7 kg/m² y T8: 8kg/m². Los rendimientos de materia seca por metro cuadrado fueron 3.15kg (T1), 0.86 kg (T2), 0.78 kg (T3), 0.74kg (T4), 0.75 kg (T6), 0.66 kg (T7) y 0.77 kg (T8). Los rendimientos de PC/kg de MS fueron 0.14 kg, 0.118 kg, 0.117 kg, 0.11 kg, 0.09 kg y 0.119 kg. El rendimiento promedio de GH en base fresca por kg de semilla procesada fue 5.47 kg.

SANCHEZ (2014) estudio la influencia del tiempo de remojo y oreo en el rendimiento de germinado hidropónico de cebada en Lambayeque del 10 al 25 de Enero de 2014 y determino que utilizando una densidad de siembra de 3 kg/m² lo más adecuado es remojar 18 horas y orear 36 horas logrando los siguientes rendimientos por metro cuadrado como materia seca: 4.42 kg; Proteína cruda: 0.77 kg; y Fibra Cruda: 0.62 kg. En productividad logró 6.24 kg de GH/kg de semilla procesada en base fresca (TCO).

RUESTA (2013) al evaluar desde el 18 de setiembre al 3 de octubre de 2013, el tiempo de remojo y concentración de yodo y/o lejía en desinfección de semilla en germinado hidropónico de cebada

(*Hordeum vulgare* L.) en Lambayeque concluyó que los mejores resultados se hallaron con hipoclorito de sodio al 0.001 por ciento (1 ml de hipoclorito de sodio en 1 L de agua) con 120 minutos de tiempo de remojo, obteniendo un rendimiento de 6.857 Kg de GH/Kg de semilla procesada en base fresca con 17,48 % de Proteína Cruda en base seca.

CURAY (2013) realizó la evaluación del rendimiento de cultivo hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con y sin soluciones hidropónicas a y b en el agua de riego en Lambayeque utilizando una densidad de siembra de 3 Kg/m², 120 minutos de desinfección con lejía al 0,001 por ciento (1ml de lejía en 1 L de agua) y cosechada a los 15 días demostró que el GH con agua pura rindió menos que el tratamiento que recibió agua con solución hidropónica a excepción de fibra cruda. Presentando la siguiente composición química: Proteína cruda 15,54 y 16,89 por ciento; Extracto Etéreo 4,29 y 4,35 por ciento; Fibra Cruda 11,95 y 12,58 por ciento y Cenizas 2,85 y 3,12 por ciento respectivamente. Al evaluar el rendimiento en kilogramos por metro cuadrado encontró: PC 0,44 y 0,52 Kg; FC 0,34 y 0,39 Kg; EE 0,12 Kg y 0,134 Kg y Cen 0,08 Kg y 0.08 Kg respectivamente. El rendimiento de germinado hidropónico en base fresca por kilogramo de semilla procesada en promedio fue de 5,73 kg con agua pura y de 6,06 kg con solución hidropónica.

QUIÑONEZ (2014) del 22 de octubre al 22 de noviembre de 2013 evaluó la influencia del ciclo lunar en la producción de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Lambayeque y determinó que la mejor etapa es luna llena donde la producción obtenida por metro cuadrado fue 0,30 kg de proteína cruda; 0,08 kg de extracto etéreo; 0,104 kg de cenizas y presentó un nivel de 0,30 kg de fibra cruda por metro cuadrado. El rendimiento de germinado hidropónico en base fresca por kg de semilla procesada fue de 7.13 kg y en términos de materia seca fue de 0.78 kg de materia seca por kg de semilla procesada.

ARANCIBIA (2016) en Lambayeque, evaluó la influencia de la malla Raschel azul GS 35% en la producción de GH de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*) por lo que implemento 4 tratamientos: maíz sin malla raschel (T1); maíz con malla raschel azul (T2); cebada sin malla raschel (T3) y cebada con malla raschel azul (T2). Los resultados obtenidos en rendimiento de kilogramos por metro cuadrado (kg/m^2) según componente nutricional en materia seca (MS): 2.73, 2.25, 4.62 y 5.49 respectivamente; en proteína cruda (PC): 0.29, 0.21, 0.91 y 0.94 respectivamente; en extracto etéreo: 0.10, 0.08, 0.17 y 0.20 respectivamente; Fibra cruda (FC): 0.38, 0.30, 0.63 y 0.69 respectivamente y en cenizas (Cen): 0.07, 0.06, 0.16 y 0.18 respectivamente. Concluyendo que La malla Raschel azul Grado Sombra 35 % influye en la producción y valor nutricional de Germinado Hidropónico (GH) de cebada pero no de maíz (*Zea mays*) en

Lambayeque y que el mayor rendimiento nutricional por metro cuadrado, así como el mayor rendimiento de materia seca (MS) de GH/kg de semilla procesada, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas y mayor contenido de fibra cruda se obtienen con GH de cebada producida con malla Raschel azul Grado Sombra 35 %.

DAVILA (2016) implementó diez tratamientos en Lambayeque con el objetivo de determinar la mejor relación porcentual entre cinco niveles de asociación entre el Maíz (*Zea mays*) con Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) y dos épocas de cosecha (13 y 15 días) en diez interacciones ((0-100) -13; (25-75)-13; (50-50)-13; (75-25)-13; (100-0)-13; ((0-100) -15; (25-75)-15; (50-50)-15; (75-25)-15; (100-0)-15) para optimizar la producción y rendimiento nutricional de Germinado Hidropónico de esta asociación por metro cuadrado en base a materia seca de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y cenizas (CEN) así como la productividad en kg de GH en base fresca (TCO) y kg de materia seca (MS) por kg de semilla procesada. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 5 x 2 (asociación entre maíz con sorgo escobero y periodo de cosecha) con 5 repeticiones por tratamiento. El rendimiento por metro cuadrado de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas fue afectado por la asociación entre el maíz con el sorgo escobero y periodo de cosecha encontrándose diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos. Los mejores resultados se lograron asociando 25% de maíz-75% de sorgo cosechado a los quince días (T7) con una

productividad de 1.4 kg de MS por kg de semilla procesada, siendo además el más económico para producir materia seca de GH asociando maíz y sorgo escobero. Los rendimientos hallados en kg/m² según tratamiento (T1,T2, T3,T4,T5,T6,T7,T8,T9 y T10) para MS fueron: 16, 28; 21, 68; 14, 87; 13, 86; 14, 71; 22,10; 23, 53; 16, 64; 18, 98 y 13,87 respectivamente. Para PC fueron: 13, 24; 11, 45; 13, 62; 13, 24; 11, 20; 13, 74; 13, 58; 11, 03; 10, 98 y 11, 20 respectivamente. En EE encontró: 4, 56; 4, 49; 4, 62; 4, 07; 3, 77; 3, 34; 4, 38; 4, 13; 3, 9 y 3, 56 respectivamente. En FC: 15, 73; 13, 91; 14, 29; 13, 40; 13, 25; 14, 72; 14, 57; 14, 02; 12 ,23 y 13, 28 respectivamente. En CEN encontró los siguientes rendimientos: 4, 53; 4, 87; 4, 51; 4, 23; 3, 70; 4, 77; 4, 62; 4, 67; 4, 53 y 3, 80 respectivamente.

III. MATERIAL Y METODOS

3.1. Lugar de Ejecución y Duración del Experimento

La fase de campo del presente trabajo de investigación se realizó en el centro poblado Nuevo Mocse de Lambayeque del 6 al 19 de Enero del 2016 y los análisis de composición química del Germinado Hidropónico obtenido se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

3.2. Tratamientos Evaluados

Se establecieron 6 tratamientos:

T1: Germinado Hidropónico de Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) sin malla Raschel cosechado a los 13 días.

T2: Germinado Hidropónico de Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) con malla Raschel Blanca GS 80% cosechado a los 13 días.

T3: Germinado Hidropónico de Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) con malla Raschel Roja GS 80% cosechado a los 13 días.

T4: Germinado Hidropónico de Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) sin malla Raschel cosechado a los 10 días.

T5: Germinado Hidropónico de Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) con malla Raschel Blanca GS 80% cosechado a los 10 días.

T6: Germinado Hidropónico de Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) con malla Raschel Roja GS 80% cosechado a los 10 días.

A cada tratamiento se le asignaron 8 repeticiones (bandejas).

3.3. Material y Equipo Experimental

3.3.1. Materiales

Se utilizó semilla de Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*), adquirida en el mercado mayorista Moshoqueque del Distrito José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, previo muestreo en dos locales comerciales para evaluar el valor cultural obteniendo como resultados: 78 % y 83 %. Se compró 20 kg de las semillas que presentaron mejor valor cultural.

Para la desinfección se utilizó lejía (hipoclorito de sodio) a dosis de 1 ml por litro de agua para el proceso de desinfección de la semilla y agua para el proceso de remojo y riego durante todo el proceso.

Se empleó malla raschel color blanco y rojo con grado sombra (GS) 80 %.

3.3.2. Instalaciones y Equipo

-03 torres de hidroponía.

-48 bandejas plásticas para hidroponía de 0.114 m² de área cada una.

-02 baldes para lavado y remojo de semilla.

-02 baldes de para oreo de semilla.

-Equipo de riego por aspersión manual

-01 Balanza de precisión con capacidad de 20 kg.

-1 termo higrómetro.

3.4. Metodología Experimental

3.4.1. Diseño de Contrastación de Hipótesis

La hipótesis alternativa planteada fue la siguiente:

La malla Raschel blanca y roja con grado sombra 80 % influyen en la productividad y concentración nutricional de germinado hidropónico de *Sorghum vulgare* en Lambayeque.

Para evaluar estadísticamente la hipótesis se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 2 x 3 con igual número de repeticiones (8 por tratamiento), cuyo modelo aditivo lineal según PADRON (2009) es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk} = Peso de GH en el i-ésimo uso de malla Raschel, j-ésima semilla de la k-ésima bandeja.

μ = Media general.

A_i = Efecto del i-ésimo tiempo de cosecha

B_j = Efecto del j-ésimo color de malla Raschel

AB_{ij} = Efecto de la interacción del i-ésimo tiempo de cosecha y j-ésimo color de malla Raschel.

ε_{ijk} = Error experimental en el i-ésimo tiempo de cosecha y j-ésimo color de malla Raschel de la k-ésima bandeja.

3.4.2. Técnicas Experimentales

Sistema de Cultivo Hidropónico

Se emplearon 48 bandejas para el estudio, asignando ocho bandejas a cada tratamiento. A continuación, se detalla el proceso utilizado para la obtención del Germinado Hidropónico:

- **Etapas de Pre Germinación y Germinación:**

Cálculo de cantidad de semilla de maíz necesaria:

Se calculó el área de bandeja: $0.41 \text{ m} \times 0.136 \text{ m} = 0.147 \text{ m}^2$.

Luego se calculó la cantidad de semilla utilizando la densidad de siembra de 2 kg /m^2 utilizada por Dávila (2016) para maíz sorgo en Lambayeque, se calculó la cantidad de semilla por bandeja obteniendo 0.295 kg luego se multiplicó por 48 bandejas (8 por tratamiento) necesitando un total de 14.17 kg de semilla “limpia” de Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) para todos los tratamientos. Para obtener esta cantidad de semilla se adquirieron 20 kg de sorgo escobero sin escoger.

Luego se siguió el siguiente procedimiento:

- Separación de granos partidos paja y otras impurezas para obtener 14.17 kg netos de semilla limpia para la investigación.
- División del peso total entre dos para tratamiento independiente con 7.08 kg .
- A cada bloque de semillas se le lavó con agua pura para eliminar polvo y otras impurezas no limpiadas en el procedimiento anterior.

- Desinfección con hipoclorito de sodio al 0.001% (1 ml por litro de agua) durante 2 horas.
- Segundo lavado para eliminar el hipoclorito de sodio de la semilla.
- Remojo por 24 horas en dos baldes correctamente tapados.
- Oreo por 48 horas en dos baldes con perforaciones en la parte inferior.
- Pesado de semilla húmeda de cada balde y división entre 24 bandejas para realizar una siembra homogénea en cada una. Al momento de la siembra se colocaron 16 bandejas en cada torre acondicionadas con plástico negro, donde permanecieron por un periodo de cinco días dando inicio a la etapa de germinación o cámara oscura.

- **Etapa de Producción:**

Empezó el día 6 post siembra en bandejas cuando se procedió a retirar la manta negra dejando al descubierto las bandejas de todos los tratamientos iniciando la etapa de producción donde permanecieron hasta la época de cosecha según tratamiento. Las bandejas de los tratamientos T1 y T4 se trasladaron a la cámara de producción sin malla Raschel. Las bandejas de los tratamientos T2 y T5 se trasladaron a la cámara de producción acondicionada con malla Raschel blanca y las bandejas de los tratamientos T3 y T6 se trasladaron a la cámara de producción acondicionada con malla Raschel roja.

En esta etapa, todos los tratamientos se regaron 4 veces al día: 6.00 am, 10.00 am, 2.00 pm y 6.00 pm.

- **Cosecha**

A los diez días de edad se cosecharon las bandejas de los tratamientos T4, T5 y T6 procediendo a pesar la producción de cada bandeja de cada tratamiento con el registro respectivo. Después del pesado se tomaron cinco muestras de cada bandeja de cada tratamiento y con la técnica del cuarteo se procedió a obtener un kilogramo de muestra de cada tratamiento que fue trasladado al Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería Zootecnia para su evaluación nutricional.

A los trece días de edad se cosecharon las bandejas de los tratamientos T1, T2 y T3 siguiendo el mismo procedimiento realizado el día diez.

3.4.3. Variables Evaluadas

La información obtenida permitió evaluar las siguientes variables:

- Producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO).
- Producción de Materia Seca de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO).
- Producción de Proteína Cruda (PC) por metro cuadrado (TCO).
- Producción de Fibra Cruda (FC) por metro cuadrado (TCO).
- Producción de Extracto Etéreo (EE) por metro cuadrado (TCO).
- Producción de Cenizas (CEN) por metro cuadrado (TCO).

- Rendimiento de germinado hidropónico en Base fresca (TCO) y materia seca (MS) por kilogramo de semilla procesada.

3.4.4. Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 2 x 3 con igual número de repeticiones por tratamiento. Se realizó el Análisis de varianza para determinar si existía diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos. Para analizar cuál o cuáles de los tratamientos fueron mejores se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tuckey.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis de Producción de Germinado Hidropónico de Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) por tratamiento

4.1.1. Producción de Germinado Hidropónico por Bandeja (TCO)

En la tabla 1 se presenta la producción de Germinado Hidropónico de sorgo escobero de cada tratamiento cosechado a los 13 y 10 días de edad. El análisis de varianza (Anexo 8.2) presenta diferencias estadísticas significativas en la edad de cosecha ($p < 0.05$) pero no el uso de malla Raschel roja ni blanca ni entre la interacción de ambos factores ($p > 0.05$). Al aplicar la prueba de Tuckey, el mayor peso a la cosecha por bandeja se logró cosechando a los 13 días, superando en 48.43% a los de 10 días. Respecto a la evaluación del color de malla Raschel, independiente del periodo de cosecha, numéricamente el mejor rendimiento por bandeja se logró con malla Raschel roja con 1.60 kg, superando al testigo sin malla en 7.19 % y a la de malla Raschel blanca en 8.13%.

Tabla 1. Peso de Germinado Hidropónico de sorgo escobero por bandeja por tratamiento en base fresca (TCO) a los 13 y 10 días de edad (Kg).

Bandeja	13 días			10 días		
	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	1,881	1,777	1,532	0,987	1,1	1,025
B2	2,004	2,003	2,845	1,002	0,998	1,125
B3	1,635	1,881	1,785	1,016	1,32	1,301
B4	2,7107	2,626	1,953	0,897	1,024	0,987
B5	1,636	1,563	2,108	1,085	1,042	0,985
B6	1,946	1,987	1,524	1,023	1,003	1,115
B7	1,765	1,657	2,289	1,027	0,852	1,021
B8	2,259	1,725	3,002	0,887	0,963	1,01
Total/Tratamiento	15,84	15,22	17,04	7,92	8,30	8,57
Promedio	1,98 ^a	1,90 ^a	2,13 ^a	0,99 ^b	1,04 ^b	1,07 ^b

4.1.2. Contenido de Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Extracto Etéreo (EE), Fibra Cruda (FC) y Cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico de Sorgo escobero de cada Tratamiento en Base fresca y Base seca.

Los análisis de composición química del GH de cada tratamiento se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia después de concluida la fase experimental. Los resultados se aprecian en la tabla 2 e indican que el mejor valor de proteína se logró con malla Raschel cosechada a los 13 días (T3), superando ligeramente al valor de proteína obtenido sin malla cosechada a los 10 días (T4), pero en contenido de materia seca T4 superó a todos los tratamientos con 28.6%.

Tabla 2. Contenido Nutricional en Base fresca (TCO) y Base seca (BS) de Germinado Hidropónico de sorgo escobero por tratamiento (%).

Análisis	13 días			10 días		
	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Materia seca (% TCO)	21,57	19,79	17,45	28,60	19,96	18,90
PC (% BS)	12,19	11,04	13,85	13,50	13,10	11,39
EE (% BS)	3,47	3,35	2,90	3,49	3,36	3,65
FC (% BS)	12,49	11,77	14,06	13,89	14,10	13,55
CEN (% BS)	3,81	3,55	3,62	3,22	3,56	3,38

Fuente: Laboratorio Nutrición Facultad Ing. Zootecnia UNPRG.

4.1.3. Producción de Germinado Hidropónico por Metro Cuadrado (TCO)

El área de bandeja que se utilizó en el presente estudio fue de 0.147 m² y con la información de la tabla 1 se calculó el rendimiento de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento en base fresca.

Al aplicar el análisis de varianza (Anexo 8.3) se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) entre tratamientos sólo en el factor edad de cosecha, pero no en el factor color de malla Raschel ni en la interacción de los factores evaluados ($p>0.05$). En el factor edad de cosecha, independiente del factor color de malla Raschel, los mejores resultados se obtuvieron a los 13 días con 13.57 kg superando en 48.42 % a los que se cosecharon a los 10 días. En el factor color de malla Raschel, independiente del factor edad de cosecha, los mejores resultados se lograron con el color Rojo con 10.84 kg quien superó el rendimiento del testigo sin malla en 7.2% y al de malla Raschel blanca en 8.12%.

A nivel de interacción de factores, que se aprecia en la tabla 3, los mejores resultados se lograron con la producción de sorgo escobero bajo malla Raschel roja cosechada a los 13 días (T3) que superó en 7.07% al rendimiento del tratamiento de testigo sin malla cosechado a los 13 días (T1) y superó en 10.67 % a la producción cosechada a los 13 días bajo influencia de la malla Raschel blanca (T2) y a su vez el rendimiento de este tratamiento superó a todos los rendimientos obtenidos con la cosecha a los 10 días de edad.

Tabla 3. Producción de Germinado Hidropónico (TCO) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Tratamiento	Media
T3 (13 días Malla R. Rojo)	14,4292 ^a
T1 (13 días Sin Malla R.)	13,4118 ^a
T2 (13 días Malla R. Blanca)	12,8887 ^a
T6 (10 días Malla R. Roja)	7,2569 ^b
T5 (10 días Malla R. Blanca)	7,0308 ^b
T4 (10 días Sin Malla R.)	6,7107 ^b

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ($p<0.05$).

4.1.4. Producción de Materia Seca (MS) de Germinado Hidropónico por Metro Cuadrado de cada Tratamiento (Kg)

Para calcular el aporte de materia seca por metro cuadrado de cada tratamiento (Anexo 8.1, inciso b) se utilizó la información de aporte de GH/m² (TCO) de cada tratamiento vistos en el anexo 8.1, inciso a.

El análisis de varianza (Anexo 8.4) demostró la existencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) a nivel de los factores simples edad de cosecha y color de malla Raschel, pero no a nivel de interacción de ambos factores ($p > 0.05$).

Numéricamente a nivel del factor simple edad de cosecha, independiente del color de malla Raschel, los mejores resultados se lograron cosechando a los 13 días superando el rendimiento logrado a los diez días 41.13%. En el factor color de malla Raschel, independiente del factor edad de cosecha, los mejores rendimientos de materia seca/m² se lograron sin malla (T0) superando en 17.50 % al rendimiento con malla Raschel blanca y en 19.17% al de malla roja.

A nivel de interacción de factores, presentados en la tabla 4, la mejor producción de materia seca de GH/m² se lograron sin el uso de malla cosechada a los 13 días (T1) superando numéricamente el rendimiento del sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) con malla Raschel blanca cosechada a los 13 días (T2) en 11.76% y superó al rendimiento logrado con malla roja cosechada a los 13 días (T3) en 11.76 %.

Tabla 4. Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)

Tratamiento	Media
T1 (13 días Sin Malla R.)	2,8925 ^a
T2 (13 días Malla R. Blanca)	2,5512 ^a
T3 (13 días Malla R. Roja)	2,5179 ^{ab}
T4 (10 días Sin Malla R.)	1,9191 ^{bc}
T5 (10 días Malla R. Blanca)	1,4032 ^c
T6 (10 días Malla R. Roja)	1,3716 ^c

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

4.1.5. Producción de Proteína Cruda (PC) de Germinado Hidropónico por metro Cuadrado en Base Seca (Kg)

Para calcular el aporte de proteína cruda (PC) por metro cuadrado se utilizó la información de aporte nutricional en Base Seca de cada tratamiento de la tabla 2 y la información de producción de materia seca/m² presentado en el anexo 8.1 inciso b. Los resultados se observan en el anexo 8.1 inciso c y al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.5) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) sólo a nivel de los factores simples edad de cosecha y color de malla, pero no a nivel de interacción de ambos factores ($p > 0.05$).

Numéricamente a nivel del factor simple edad de cosecha, independiente del color de malla Raschel, los mejores resultados se lograron cosechando a los 13 días superando el rendimiento logrado a los diez días en 39.39%. En el factor color de malla Raschel, independiente del factor edad de cosecha, los mejores rendimientos de proteína cruda/m² de sorgo escobero se lograron sin malla superando en 17.50 % al rendimiento con malla Raschel roja y en 17.38% al de malla Raschel blanca.

A nivel de interacción de factores el mejor rendimiento de proteína cruda (PC)/m² en base seca, presentado en la tabla 5, se logró con sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) sin malla Raschel cosechada a los 13 días (T0) con 0.35 kg superando en 1.14% al rendimiento de GH logrado con malla Raschel roja cosechada a los 13 días (T3) y superó los 0.30 kg de PC/m² de GH de cebada logrados por Quiñonez (2014) quien ejecutó el estudio en Lambayeque bajo influencia de la luna llena así como al rendimiento de 0.23 kg de PC/m² obtenido bajo malla Raschel verde GS 50% cosechado a los 14 días por Chafloque (2015) así mismo superó a los 0.21 kg PC/m² logrados por GH de maíz con malla Raschel azul GS 35% por Arancibia (2016) y al rendimiento logrado por Hernández (2013) de 0.19 kg de PC de GH de maíz/m² así como al rendimiento de 0.14 kg PC/m² de GH de cebada obtenidos por Guevara (2013) en Ferreñafe pero no superó al rendimiento obtenido por Pérez (2013) de 0.39 kg quien cosechó GH de maíz a los 18 días en Lambayeque ni a los 0.77 kg/m² de GH de cebada obtenido por Sánchez (2014) en Lambayeque sin malla Raschel así como al rendimiento de 0.52 kg/m² logrado por Curay (2013) quien utilizó soluciones hidropónicas en el agua de riego en Lambayeque.

Tabla 5. Producción de Proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico en Base seca (BS) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)

Tratamiento	Media
T1 (13 días Sin Malla R.)	0,3527 ^a
T3 (13 días Malla R. Roja)	0,3487 ^a
T2 (13 días Malla R. Roja)	0,2817 ^{ab}
T4 (10 días Sin Malla R.)	0,2591 ^{bc}
T5 (10 días Malla R. Blanca)	0,1839 ^{cd}
T6 (10 días Malla R. Roja)	0,1563 ^d

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes (p<0.05).

4.1.6. Producción de Extracto Etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro Cuadrado en Base Seca (Kg)

Para calcular los aportes de extracto etéreo (EE) por metro cuadrado se utilizó la información de aporte nutricional en base seca de cada tratamiento de la tabla 2 y la información de producción de materia seca/m² presentado en el anexo 8.1 inciso b. Los resultados se observan en el anexo 8.1 inciso d. y al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.6) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) solo a nivel de los factores simples edad de cosecha y color de malla, pero no a nivel de interacción de ambos factores ($p > 0.05$).

Numéricamente a nivel del factor simple edad de cosecha, independiente del color de malla Raschel, los mejores resultados se lograron cosechando a los 13 días superando el rendimiento logrado a los diez días en 37.21%. En el factor color de malla Raschel, independiente del factor edad de cosecha, los mejores rendimientos de extracto etéreo/m² se lograron sin malla (T0) superando en 20.48 % al rendimiento con malla Raschel blanca y en 25.30% al de malla roja.

A nivel de interacción de factores el mayor rendimiento de EE/m² de sorgo escobero se logró sin malla Raschel cosechando a los 13 días (T1) con 0.1 kg que superó en 20% al rendimiento cosechando a los 13 días con malla Raschel blanca (T2) y en 27% al rendimiento con malla Raschel roja cosechado a los 13 días (T3) y superó también el rendimiento de EE de GH de maíz /m² obtenido por Hernández (2013) de 0.06 kg de EE/m² pero rindió por debajo de los 0.196 kg de EE /m² hallados por Arancibia (2016) quien utilizó malla Raschel azul en la

etapa de producción de GH de maíz, así como del rendimiento de 0.23 kg/m² de EE de GH de maíz logrado por Chafloque (2015) con malla Raschel verde GS 50% en Lambayeque y de los 0.13 kg hallados por Curay (2013) utilizando soluciones hidropónicas en el agua de riego.

Tabla 6. Producción de Extracto etéreo (EE) en Base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Tratamiento	Media
T1 (13 días Sin Malla R.)	0,1002 ^a
T2 (13 días Malla R. Blanca)	0,0855 ^{ab}
T3 (13 días Malla R. Roja)	0,0730 ^b
T4 (10 días Sin Malla R.)	0,0670 ^{bc}
T6 (10 días Malla R. Roja)	0,0501 ^{cd}
T5 (10 días Malla R. Blanca)	0,0471 ^d

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

4.1.7. Producción de Fibra Cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro Cuadrado en Base Seca (Kg)

Para calcular los aportes de Fibra cruda (FC) por metro cuadrado se utilizó la información de aporte nutricional en base seca de cada tratamiento de la tabla 2 y la información de producción de materia seca/m² presentado en el anexo 8.1 inciso b. Los resultados se observan en el anexo 8.1 inciso e y al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.7) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) sólo a nivel de los factores simples edad de cosecha y color de malla Raschel, pero no a nivel de interacción de ambos factores ($p > 0.05$).

Numéricamente a nivel del factor simple edad de cosecha, independiente del color de malla Raschel, los mejores resultados se lograron cosechando a los 13 días superando el rendimiento logrado a

los diez días en 35.29%. En el factor color de malla Raschel, independiente del factor edad de cosecha, los mejores rendimientos de FC/m² se lograron sin malla superando en 12.90 % al rendimiento con malla Raschel roja y en 19.35% al de malla Raschel blanca.

A nivel de interacción de factores el mayor rendimiento de FC/m² de sorgo escobero se logró sin malla Raschel cosechando a los 13 días (T1) con 0.36 kg que superó en 1.67% al rendimiento cosechando a los 13 días con malla Raschel roja (T3) y en 16.67% al rendimiento con malla Raschel blanca cosechado a los 13 días (T3) y superó los 0.34 kg de FC/m² reportado por Curay (2013) y 0.30 kg de FC/m² logrado por Quiñonez (2014) quien estudió la influencia del ciclo lunar en la producción de GH de cebada, pero presentó un nivel inferior de FC de 0.69 kg de FC de GH de cebada utilizando malla Raschel azul por Arancibia (2016).

Tabla 7. Producción de Fibra cruda (FC) en Base seca (BS) de Germinado Hidropónico de Sorgo escobero por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Tratamiento	Media
T1 (13 días Sin Malla R.)	0,3613 ^a
T3 (13 días Malla R. Roja)	0,3541 ^a
T2 (13 días Malla R. Blanca)	0,3002 ^{ab}
T4 (10 días Sin Malla R.)	0,0670 ^{bc}
T5 (10 días Malla R. Blanca)	0,0501 ^{cd}
T6 (10 días Malla R. Roja)	0,0471 ^d

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes (p<0.05).

4.1.8. Producción de Cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico por metro Cuadrado en Base Seca (Kg)

Para calcular los aportes de Cenizas (CEN) por metro cuadrado se utilizó la información de aporte nutricional en base seca de cada

tratamiento de la tabla 2 y la información de producción de materia seca/m² presentado en el anexo 8.1 inciso b. Los resultados se observan en el anexo 8.1 inciso f y al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.8) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) sólo a nivel de los factores simples edad de cosecha y color de malla, pero no a nivel de interacción de ambos factores ($p > 0.05$).

A nivel del factor simple edad de cosecha, independiente del color de malla Raschel, los mejores resultados se lograron cosechando a los 13 días superando el rendimiento logrado a los diez días en 45.36%. En el factor color de malla Raschel, independiente del factor edad de cosecha, los mejores rendimientos de cenizas/m² se lograron sin malla superando en 18.60% al rendimiento con malla Raschel blanca y en 20.93% al de malla roja.

A nivel de interacción de factores el mayor rendimiento de Cen/m² de sorgo escobero se logró sin malla Raschel cosechando a los 13 días (T1) con 0.11 kg que superó en 18.19 % al rendimiento cosechando a los 13 días con malla Raschel roja (T3) y en 18.18% al rendimiento con malla Raschel blanca cosechado a los 13 días (T2) así como al nivel de 0.08 kg de ceniza/m² hallados por Curay (2013) quien utilizó soluciones hidropónica en el agua de riego y al rendimiento de 0.104 kg de Cen/m² reportados por Quiñonez en GH de cebada (2014) pero no superaron el nivel de 0.18 kg de Cen/ m² logrados con GH de cebada con malla Raschel azul GS 35% por Arancibia (2016).

Tabla 8. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Tratamiento	Media
T1 (13 días Sin Malla R.)	0,3613 ^a
T3 (13 días Malla R. Roja)	0,3541 ^a
T2 (13 días Malla R. Blanca)	0,3002 ^{ab}
T4 (10 días Sin Malla R.)	0,0670 ^{bc}
T5 (10 días Malla R. Blanca)	0,0501 ^{cd}
T6 (10 días Malla R. Roja)	0,0471 ^d

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

4.2. Análisis de Productividad de Germinado Hidropónico de Sorgo Escobero (*Sorghum vulgare*) por Tratamiento

La productividad expresada en el rendimiento por kilogramo de semilla procesada se midió en rendimiento de germinado hidropónico y en kg de materia seca por kg. de semilla procesada.

4.2.1. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kg de Semilla Procesada en Base Fresca (Kg)

Basados en la información de la tabla 1, los resultados de cada bandeja de cada tratamiento fueron convertidos a rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) obtenidos a partir de un kilogramo de semilla de Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) procesada que se aprecia en presentado en el anexo 8.1 inciso g. Al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.9) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) sólo a nivel del factor edad de cosecha, pero no se hallaron diferencias estadísticas significativas tanto en el factor color de malla Raschel ni interacción de los factores evaluados.

A nivel del factor simple edad de cosecha, independiente del color de malla Raschel, los mejores resultados se lograron cosechando a los 13

días superando el rendimiento logrado a los diez días en 48.45 %. En el factor color de malla Raschel, independiente del factor edad de cosecha, los mejores rendimientos de GH de sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) por kg de semilla se lograron con malla Raschel roja con 5.54 kg. superando en 7.20% al rendimiento sin malla Raschel y en 8.12% al de malla Raschel blanca.

En la interacción del factores (tabla 9), el mejor rendimiento por kilogramo de semilla procesada de sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) se logró con malla Raschel roja cosechando a los 13 días (T3) con 7.21 kg de GH (TCO) que superó en 7.07 % al rendimiento cosechando a los 13 días sin malla Raschel (T1) y en 10.68 % al rendimiento con malla Raschel blanca cosechado a los 13 días (T2) superando además el rendimiento de 5.47 kg hallados en Ferreñafe por Guevara (2013), así como los 6.24 kg reportados por Sánchez (2014), a los 6.06 kg hallados por Curay (2013) quien utilizó soluciones hidropónicas en el agua de riego, así como los 4.98 kg de GH por kg de maíz logrados con malla Raschel verde GS 50% en Lambayeque en estrés calórico reportado por Chafloque (2015) pero no superó los 7.13 kg logrados por Quiñonez (2014) quien realizó sus estudios en Lambayeque bajo influencia de la luna llena ni al rendimiento de 8.71 kg de GH de Cebada con malla Raschel azul GS 35% logrados por Arancibia (2016).

Todos los rendimientos cosechados a los trece días (T1, T2 y T3) se hallan dentro del rango reportado por Tarrillo (2005) de 6 a 8 kg.

Tabla 9. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).

Tratamiento	Media
T3 (13 días Malla R. Roja)	7,2146 ^a
T1 (13 días Sin Malla R.)	6,7059 ^a
T2 (13 días Malla R. Blanca)	6,4444 ^a
T6 (10 días Malla R. Roja)	3,6287 ^b
T5 (10 días Malla R. Blanca)	3,5154 ^b
T4 (10 días Sin Malla R.)	3,3554 ^b

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

4.2.2. Rendimiento de Materia Seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de Semilla Procesada.

Para obtener el rendimiento de materia seca por kilogramo de semilla procesada de cada tratamiento se aplicaron los niveles de materia seca de cada uno, calculados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniera Zootecnia, a cada bandeja de cada tratamiento. Los resultados se muestran en el anexo 8.1 inciso h. Al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.10) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) tanto a nivel del factor color de malla Raschel y Edad de cosecha, pero no hubo diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) en la interacción de factores. Numéricamente, a nivel del factor edad de cosecha, independiente del color de malla Raschel, el mejor rendimiento de materia seca por kg de semilla procesada se logró cosechando a los 13 días con 1.23 kg de MS de GH/kg de semilla procesada superando el rendimiento obtenido a los 10 días con 0.78 kg de MS/kg de semilla procesada.

A nivel del factor color de malla Raschel, independiente del factor edad de cosecha el mejor rendimiento se obtuvo sin el uso de malla Raschel

con 1.20 kg de MS/kg de semilla procesada superando en 17.5% al de malla Raschel blanca y en 19.17% al de malla Raschel roja.

Al evaluar la interacción del periodo de cosecha con el color de malla Raschel en estudio, respecto a la producción de kg de MS/kg de sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) los mejores rendimientos se obtuvieron sin malla Raschel con 1.44 kg, superando en 12.41% al rendimiento de MS/kg obtenidos con malla Raschel blanca y en 13.10 % al rendimiento obtenido con malla Raschel roja y superó también al rendimiento de 1.36 kg de MS de GH de maíz con malla Raschel azul GS 35% hallada por Arancibia (2016) y a los 0.903 kg de MS de GH de maíz/ kg de semilla procesada reportada por Chafloque (2015) quien utilizó malla Raschel verde GS 50% en el proceso durante los meses de estrés calórico en Lambayeque. También superaron el rendimiento indicado por Sinchiguano (2008) de 1.0 kg de MS en Ecuador utilizando 17 días de proceso de producción.

Tabla 10. Rendimiento de Materia Seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).

Tratamiento	Media
T1 (13 días Sin Malla R.)	1,4463 ^a
T2 (13 días Malla R. Blanca)	1,2756 ^a
T3 (13 días Malla R. Roja)	1,2590 ^{ab}
T4 (10 días Sin Malla R.)	0,9595 ^{bc}
T5 (10 días Malla R. Blanca)	0,7016 ^c
T6 (10 días Malla R. Roja)	0,6850 ^c

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes (p<0.05).

4.3. Análisis Económico de Germinado Hidropónico Sorgo Escobero (*Sorghum vulgare*) por Tratamiento

Para evaluar económicamente el GH de Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) producido en el presente estudio se consideró realizarlo en función de la materia seca producida en cada tratamiento a fin de eliminar la distorsión que podría ocasionar el contenido de humedad. Para dicho efecto se utilizó la estructura de costos de la empresa vallesol SAC (Anexo 8.12).

4.3.1. Costo de Producción de un kg de Materia seca de GH de Sorgo Escobero (*Sorghum vulgare*) por Tratamiento (TCO)

Para calcular el costo de 1 kg de Germinado Hidropónico de cada tratamiento, el costo total se aplicó a la producción total de GH de cada tratamiento al momento de la cosecha y para calcular el costo por kg de 1 kg de materia seca de cada tratamiento el costo total se dividió entre la producción del total de MS de cada tratamiento a la cosecha. A nivel de costos por kilogramo de GH de sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) en base fresca (TCO) el menor costo por kg de GH se logró con malla Raschel roja cosechada a los 13 días (T3).

Tabla 11. Costo en soles (S/) de 1 kg de GH (TCO) de sorgo escobero (Sorghum vulgare)

	S./kg (TCO)	MS/kg
T1: GH Sorgo escobero sin malla Raschel cosech 13 dias	1,29	5,79
T2: GH Sorgo escobero con malla Raschel Blanca cosech 13 dias	1,34	6,56
T3: GH Sorgo escobero con malla Raschel Roja cosech 13 dias	1,2	6,58
T4: GH Sorgo escobero con malla Raschel cosech 10 dias	2,52	8,68
T5: GH Sorgo escobero con malla Raschel Blanca cosech 10 dias	2,41	11,85
T6: GH Sorgo escobero con malla Raschel Roja cosech 10 dias	2,34	12,14

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- 1.- Bajo las condiciones del estudio, la interacción entre el periodo de cosecha y uso de malla Raschel roja o blanca cosechado a los 13 y 10 días de edad no superaron el aporte nutricional por metro cuadrado de GH de sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) sin malla Raschel en el proceso (testigo).
- 2.- En sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) la mejor productividad de Germinado Hidropónico en base fresca se logró con malla Raschel roja cosechada a los 13 días.
- 3.- Los mejores costos de producción de un kg de GH de *Sorghum vulgare* en base fresca se logró sin malla Raschel roja, ni blanca cosechada a los 13 días.

5.2. Recomendaciones

- 1.- Evaluar otras alternativas para optimizar la producción de GH de Sorgo escobero como Densidad de siembra, asociación con otras semillas, dosis y productos desinfectantes.
- 2.- Evaluar el uso de otros colores de malla Raschel en Sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) en Lambayeque.

VI. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro poblado Nuevo Mocce de Lambayeque del 6 al 19 de enero de 2016 y tuvo como objetivo: Determinar la mejor interacción entre el periodo de cosecha y uso de malla Raschel roja y blanca con grado sombra de 80% en la producción y valor nutricional del Germinado Hidropónico de sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) en Lambayeque. Para lograrlo se implementaron seis tratamientos producto de la interacción de los dos factores evaluados T1: GH Sorgo escobero sin malla Raschel cosechado a los 13 días; T2: GH Sorgo escobero con malla Raschel Blanca cosechado a los 13 días; T3:GH Sorgo escobero con malla Raschel Roja cosechado a los 13 días; T4: GH Sorgo escobero con malla Raschel cosechado a los 10 días; T5: GH Sorgo escobero con malla Raschel Blanca cosechado a los 10 días y T6: GH Sorgo escobero con malla Raschel Roja cosechado a los 10 días. A cada tratamiento se le asignó 8 repeticiones. Los resultados demostraron la existencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos obteniendo los mejores rendimientos de PC/m², EE/m² FC/m² y CEN/m² con sorgo escobero sin el uso de malla Raschel cosechada a los 13 días, La mayor productividad se logró con sorgo escobero producido con malla Raschel roja cosechada a los 13 días con 7.21 kg GH /kg de sorgo escobero procesado en base fresca (TCO) y la mejor productividad de materia seca de GH de sorgo escobero/kg se logró sin malla Raschel cosechada a los 13 días, siendo el tratamiento más económico en términos de materia seca.

VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Ayala, F; Sánchez, R; Partida, L; Yáñez, G; Ruiz, H; Velázquez, T; Valenzuela, M; Parra, M. 2015. Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores (En línea). Consultada 16 mar. 2015. Disponible en <http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/38-1/10a.pdf>
- Bustos, A. 2009. Ensayo de calidad lumínica en plantas de *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens* y *Pinus radiata* bajo cobertura de malla raschel y papel celofán de colores. (En línea). Tesis. Ing. Forestal. CH. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 82 p. Disponible en cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fifb982e/doc/fifb982e.pdf
- Castilla, N. 2005. Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. Madrid, ES. Mundi prensa. 462 p.
- Corona, L. 2011. Producción de forraje verde hidropónico en la mixteca poblana una alternativa nutricional para la época de sequía. (En línea). Consultado el 25 nov. 2014. Disponible en: <http://www.engormix.com/MAGanaderia-carne/nutricion/articulos/forraje-verde-hidroponico-t3284/141-p0.htm>
- Chafloque, H. 2015. Grado de sombra de malla Raschel verde y época de cosecha en germinado hidropónico de maíz (*Zea mays*) en época de estrés calórico en Lambayeque. Tesis. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Zootecnia. 65 p.
- Curay, I. 2013. Cultivo hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con y sin soluciones hidropónicas A y B en el agua de riego. Tesis. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Zootecnia. 82 p.
- Guevara, S. 2013. Tesis. (Ing. Zoot). Rendimiento de Germinado Hidropónico (GH) de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en seis niveles de densidad de siembra. Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Zootecnia. 51 p.
- Fassio, A.; Carriquiry, A.; Tojo, C.; Romero, R. (1998). Maíz. Aspectos sobre fenología. En línea. Visitado el 30 de marzo de 2016. Disponible en

<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807135855.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, CH) 2001. Manuel técnico forraje verde hidropónico (en línea). Consultado 27 mar. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-ah472s.pdf>

Gil, V. 2007. Producción competitiva de cuyes I. Cusco. PE. Edmundo Pantigozo. 174 p.

Hernández, J. 2013. Densidad optima de siembra para el Germinado Hidropónico (GH) de maíz amarillo duro (*Zea mays*) en cuatro niveles de siembra. Tesis. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Zootecnia. 51 p.

Martínez, F; Monte, E; Ruiz, F. 2005. Fitocromos y desarrollo vegetal. (En línea). Consultado 16 nov. 2014. Disponible en <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Fitocromosydesarrollovegetal.pdf>

Martínez, F; Tapia, L. 2002. Luz y sombreado en cultivo protegido. (En línea). Consultado 30 mar. 2015. Disponible en http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_1985_22_9_21.pdf

Moyano. L.; Sánchez, H. 2012. Comportamiento de la proteína de forraje verde hidropónico en función del tiempo de cosecha. (En línea). Consultado 15 mar. 2015. Disponible en <http://www.sistemasagroecologicos.co/art5/Comportamientodelaproteinadeforrajeverdehidroponicoenfunciendeltiempodecosecha.pdf>

Oliveira, U, Gonçalves, L; Borges de Carvalho, G.; Dos Santos, A., 2012. Phosphate fertilizers and modified in liGHt of quality development and productivity of culture peanuts (en linea). Consultado 24 mar. 2015. Disponible en <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/cienciasagrarias/adubacao.pdf>

Pérez, K. 2013. Densidad de siembra y tiempo óptimo de cosecha de germinado hidropónico de maíz (*Zea mays*) en Lambayeque. Programa de titulación por capacitación en investigación. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Zootecnia. 59 p.

- Pichilingüe, C. 1994. Utilización de cebada (*Hordeum vulgare*), germinada en la alimentación de cuyes hembras durante el empadre, gestación y lactación. Tesis. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. 107 p.
- Quiñones, E. 2012. Producción de Forraje Hidropónico de Cebada (*Hordeum vulgare*), Maíz (*Zea mays*) y Arroz (*Oriza sativa*), utilizando microorganismos eficaces en el agua de riego. Tesis. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Zootecnia. 61 p.
- Quiñonez, P. 2014. Influencia del ciclo lunar en la producción de Germinado Hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Lambayeque. Tesis. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Zootecnia. 56 p.
- Regalado, F. 2009. Cultivos hidropónicos. Lambayeque, PE. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad Agronomía. 48 p.
- Resh, M. 2006. Cultivos hidropónicos. 5 ed. Madrid, ES. Mundi prensa. 558 p.
- Ruesta, I. 2013. Tiempo de remojo y concentración de yodo y/o lejía en desinfección de semilla de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Lambayeque. Tesis. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Zootecnia. 105 p.
- Sánchez, J. 2014. Rendimiento de Germinado Hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en función del tiempo de remojo y oreo de semilla en etapa de siembra en Lambayeque. Tesis. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Zootecnia. 105 p.
- Sinchiguano, M. 2008. Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. (en línea). Tesis (Ing. Zoot). Riobamba, EC, Escuela Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. 108 p. Consultada el 2 de Marzo de 2015. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1707/1/17T0822.pdf>
- Stamps, R. 2009. Use of Colored Shade Netting in Horticulture (En línea). Consultado 12 ene. 2015. Disponible en <http://hortsci.ashspublications.org/content/44/2/239.full#ref-32>

Taiz, L; Zeiger, E. 2006. Fisiología Vegetal. 3 ed. Castello de la Plana, ES. Universitat Jaume I. v1. 580 p.

Tarrillo, V. 2005. Producción de forraje verde hidropónico. Arequipa, PE, s.e. 41 p.

VIII. ANEXOS

8.1. Producción por Metro Cuadrado

a. Producción de GH de Sorgo Escobero por Metro Cuadrado (TCO)

Bandeja	13 días			10 días		
	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	12,74	12,04	10,38	6,69	7,45	6,94
B2	13,58	13,57	19,28	6,79	6,76	7,62
B3	11,08	12,74	12,09	6,88	8,94	8,81
B4	18,37	17,79	13,23	6,08	6,94	6,69
B5	11,08	10,59	14,28	7,35	7,06	6,67
B6	13,18	13,46	10,33	6,93	6,80	7,55
B7	11,96	11,23	15,51	6,96	5,77	6,92
B8	15,30	11,69	20,34	6,01	6,52	6,84
Total/tratam.	107,29	103,11	115,43	53,69	56,25	58,06
Promedio	13,41	12,89	14,43	6,71	7,03	7,26

b. Producción de Materia Seca (MS) de Sorgo Escobero por Metro Cuadrado (TCO)

Bandeja	13 días			10 días		
	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	2,75	2,38	1,81	1,91	1,49	1,31
B2	2,93	2,69	3,36	1,94	1,35	1,44
B3	2,39	2,52	2,11	1,97	1,78	1,67
B4	3,96	3,52	2,31	1,74	1,38	1,26
B5	2,39	2,10	2,49	2,10	1,41	1,26
B6	2,84	2,66	1,80	1,98	1,36	1,43
B7	2,58	2,22	2,71	1,99	1,15	1,31
B8	3,30	2,31	3,55	1,72	1,30	1,29
Total/tratam.	23,14	20,41	20,14	15,35	11,23	10,97
Promedio	2,89	2,55	2,52	1,92	1,40	1,37

c. Rendimiento de Proteína Cruda (PC) de GH de Sorgo Escobero por Metro Cuadrado (TCO)

Bandeja	13 dias			10 dias		
	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	0,34	0,26	0,25	0,26	0,19	0,15
B2	0,36	0,30	0,47	0,26	0,18	0,16
B3	0,29	0,28	0,29	0,27	0,23	0,19
B4	0,48	0,39	0,32	0,23	0,18	0,14
B5	0,29	0,23	0,35	0,28	0,18	0,14
B6	0,35	0,29	0,25	0,27	0,18	0,16
B7	0,31	0,25	0,37	0,27	0,15	0,15
B8	0,40	0,26	0,49	0,23	0,17	0,15
Total/tratam.	2,82	2,25	2,79	2,07	1,47	1,25
Promedio	0,35	0,28	0,35	0,26	0,18	0,16

d. Rendimiento de Extracto Etéreo (EE) de GH de Sorgo Escobero por Metro Cuadrado (TCO)

Bandeja	13 dias			10 dias		
	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	0,10	0,08	0,05	0,07	0,05	0,05
B2	0,10	0,09	0,10	0,07	0,05	0,05
B3	0,08	0,08	0,06	0,07	0,06	0,06
B4	0,14	0,12	0,07	0,06	0,05	0,05
B5	0,08	0,07	0,07	0,07	0,05	0,05
B6	0,10	0,09	0,05	0,07	0,05	0,05
B7	0,09	0,07	0,08	0,07	0,04	0,05
B8	0,11	0,08	0,10	0,06	0,04	0,05
Total/tratam.	0,80	0,68	0,58	0,54	0,38	0,40
Promedio	0,100	0,09	0,07	0,07	0,05	0,05

e. Rendimiento de Fibra Cruda (FC) de GH de Sorgo Escobero por Metro Cuadrado (BS)

Bandeja	13 dias			10 dias		
	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	0,34	0,28	0,25	0,27	0,21	0,18
B2	0,37	0,32	0,47	0,27	0,19	0,20
B3	0,30	0,30	0,30	0,27	0,25	0,23
B4	0,49	0,41	0,32	0,24	0,20	0,17
B5	0,30	0,25	0,35	0,29	0,20	0,17
B6	0,36	0,31	0,25	0,28	0,19	0,19
B7	0,32	0,26	0,38	0,28	0,16	0,18
B8	0,41	0,27	0,50	0,24	0,18	0,18
Total/tratam.	2,89	2,40	2,83	2,13	1,58	1,49
Promedio	0,36	0,30	0,35	0,27	0,20	0,19

f. Rendimiento de Cenizas (CEN) de GH de Sorgo Escobero por Metro Cuadrado (TCO)

Bandeja	13 dias			10 dias		
	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04
B2	0,11	0,10	0,12	0,06	0,05	0,05
B3	0,09	0,09	0,08	0,06	0,06	0,06
B4	0,15	0,13	0,08	0,06	0,05	0,04
B5	0,09	0,07	0,09	0,07	0,05	0,04
B6	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,05
B7	0,10	0,08	0,10	0,06	0,04	0,04
B8	0,13	0,08	0,13	0,06	0,05	0,04
Total/tratam.	0,88	0,72	0,73	0,49	0,40	0,37
Promedio	0,11	0,09	0,09	0,06	0,05	0,05

g. Rendimiento de GH por Kilogramo de Semilla Procesada (TCO)

Bandeja	13 dias			10 dias		
	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B 1	6,37	6,02	5,19	3,34	3,73	3,47
B 2	6,79	6,79	9,64	3,39	3,38	3,81
B 3	5,54	6,37	6,05	3,44	4,47	4,41
B 4	9,18	8,90	6,62	3,04	3,47	3,34
B 5	5,54	5,29	7,14	3,68	3,53	3,34
B 6	6,59	6,73	5,16	3,47	3,40	3,78
B 7	5,98	5,61	7,75	3,48	2,89	3,46
B 8	7,65	5,84	10,17	3,00	3,26	3,42
Total/tratamiento	53,65	51,55	57,72	26,84	28,12	29,03
Promedio	6,71	6,44	7,21	3,36	3,52	3,63

h. Rendimiento de Materia Seca de GH por Kilogramo de Semilla Procesada (TCO)

Bandeja	13 dias			10 dias		
	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja	Sin malla	Raschel Blanca	Raschel Roja
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B 1	1,37	1,19	0,91	0,96	0,74	0,66
B 2	1,46	1,34	1,68	0,97	0,67	0,72
B 3	1,19	1,26	1,06	0,98	0,89	0,83
B 4	1,98	1,76	1,15	0,87	0,69	0,63
B 5	1,20	1,05	1,25	1,05	0,70	0,63
B 6	1,42	1,33	0,90	0,99	0,68	0,71
B 7	1,29	1,11	1,35	0,99	0,58	0,65
B 8	1,65	1,16	1,77	0,86	0,65	0,65
Total/tratamiento	11,57	10,20	10,07	7,68	5,61	5,49
Promedio	1,45	1,28	1,26	0,96	0,70	0,69

8.2. ANOVA Producción de GH/ Bandeja a la Cosecha (TCO)

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Edad cosecha (dias)	1	11,3089	11,3089	11,3089	116,36	0,000
Color malla Raschell	2	0,1629	0,1629	0,0814	0,84	0,440
Edad cosecha (dias)* Color malla Raschell	2	0,0773	0,0773	0,0386	0,40	0,674
Error	42	4,0821	4,0821	0,0972		
Total	47	15,6312				

S = 0,311759 R-cuad. = 73,88% R-cuad.(ajustado) = 70,78%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para Cosecha/band.

Edad cosecha (dias)			
	N	Media	Agrupación
13	24	2,0039	A
10	24	1,0331	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para Cosecha/band.

Color malla			
	N	Media	Agrupación
Raschell			
Roja	16	1,6004	A
Sin malla	16	1,4850	A
Blanca	16	1,4701	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para Cosecha/bandeja

Edad cosecha Color malla (dias)				
		N	Media	Agrupación
13	Raschell			
13	Roja	8	2,1298	A
13	Sin malla	8	1,9796	A
13	Blanca	8	1,9024	A
10	Roja	8	1,0711	B
10	Blanca	8	1,0377	B
10	Sin malla	8	0,9905	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.3. ANOVA Producción de GH/m² (TCO)

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Edad cosecha (días)	1	519,10	519,10	519,10	116,36	0,000
Color malla Raschell	2	7,48	7,48	3,74	0,84	0,440
Edad cosecha (días)* Color malla Raschell	2	3,55	3,55	1,77	0,40	0,674
Error	42	187,38	187,38	4,46		
Total	47	717,50				

S = 2,11219 R-cuad. = 73,88% R-cuad.(ajustado) = 70,78%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para GH/m² (TCO)

Edad cosecha (días)	N	Media	Agrupación
13	24	13,5766	A
10	24	6,9995	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para GH/m² (TCO)

Color malla	N	Media	Agrupación
Raschel	16	10,8431	A
Roja	16	10,0613	A
Sin malla	16	9,9598	A
Blanca	16	9,9598	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.4. ANOVA Rendimiento MS/m² (TCO)

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Edad cosecha (días)	1	14,2374	14,2374	14,2374	87,56	0,000
Color malla Raschell	2	2,1191	2,1191	1,0595	6,52	0,003
Edad cosecha (días)* Color malla Raschell	2	0,0805	0,0805	0,0402	0,25	0,782
Error	42	6,8289	6,8289	0,1626		
Total	47	23,2659				

S = 0,403228 R-cuad. = 70,65% R-cuad.(ajustado) = 67,15%

Edad cosecha (días)	N	Media	Agrupación
13	24	2,6539	A
10	24	1,5646	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para MS/m² (kg)

Color malla Raschell	N	Media	Agrupación
Sin malla	16	2,4058	A
Blanca	16	1,9772	B
Roja	16	1,9448	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.5. ANOVA Rendimiento PC/m² (BS)

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Edad cosecha (días)	1	0,196454	0,196454	0,196454	73,91	0,000
Color malla Raschell	2	0,045834	0,045834	0,022917	8,62	0,001
Edad cosecha (días)* Color malla Raschell	2	0,024986	0,024986	0,012493	4,70	0,014
Error	42	0,111635	0,111635	0,002658		
Total	47	0,378910				

S = 0,0515557 R-cuad. = 70,54% R-cuad. (ajustado) = 67,03%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para PC/m² (kg)

Edad cosecha (días)	N	Media	Agrupación
13	24	0,3277	A
10	24	0,1998	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para PC/m² (kg)

Color malla Raschell	N	Media	Agrupación
Sin malla	16	0,3059	A
Roja	16	0,2525	B
Blanca	16	0,2328	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.6. ANOVA Rendimiento EE/m² (BS)

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Edad cosecha (dias)	1	0,0118905	0,0118905	0,0118905	71,36	0,000
Color malla Raschell	2	0,0043227	0,0043227	0,0021614	12,97	0,000
Edad cosecha (dias)* Color malla Raschell	2	0,0004948	0,0004948	0,0002474	1,48	0,238
Error	42	0,0069980	0,0069980	0,0001666		
Total	47	0,0237060				

S = 0,0129081 R-cuad. = 70,48% R-cuad. (ajustado) = 66,97%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para EE/m² (kg)

Edad cosecha (dias)	N	Media	Agrupación
13	24	0,0862	A
10	24	0,0547	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para EE/m² (kg)

Color malla Raschell	N	Media	Agrupación
Sin malla	16	0,0836	A
Blanca	16	0,0663	B
Roja	16	0,0615	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.7. ANOVA Rendimiento FC/m² (BS)

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Edad cosecha (dias)	1	0,178083	0,178083	0,178083	63,06	0,000
Color malla Raschell	2	0,035049	0,035049	0,017524	6,21	0,004
Edad cosecha (dias)* Color malla Raschell	2	0,013064	0,013064	0,006532	2,31	0,111
Error	42	0,118606	0,118606	0,002824		
Total	47	0,344801				

S = 0,0531409 R-cuad. = 65,60% R-cuad. (ajustado) = 61,51%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para FC/m² (kg)

Edad cosecha			
(dias)	N	Media	Agrupación
13	24	0,3385	A
10	24	0,2167	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para FC/m² (kg)

Color malla			
Raschell	N	Media	Agrupación
Sin malla	16	0,3139	A
Roja	16	0,2699	A B
Blanca	16	0,2491	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.8. ANOVA Rendimiento Cenizas/m² (BS)

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Edad cosecha (dias)	1	0,0238082	0,0238082	0,0238082	110,15	0,000
Color malla Raschell	2	0,0029172	0,0029172	0,0014586	6,75	0,003
Edad cosecha (dias)* Color malla Raschell	2	0,0001178	0,0001178	0,0000589	0,27	0,763
Error	42	0,0090779	0,0090779	0,0002161		
Total	47	0,0359210				

S = 0,0147017 R-cuad. = 74,73% R-cuad. (ajustado) = 71,72%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para CEN/m² (kg)

Edad cosecha			
(dias)	N	Media	Agrupación
13	24	0,0973	A
10	24	0,0527	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para CEN/m² (kg)

Color malla			
Raschell	N	Media	Agrupación
Sin malla	16	0,0860	A
Blanca	16	0,0703	B
Roja	16	0,0687	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.9. ANOVA Rendimiento GH/Kg de Semilla Procesada (TCO)

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Edad cosecha (días)	1	129,767	129,767	129,767	116,33	0,000
Color malla Raschell	2	1,870	1,870	0,935	0,84	0,440
Edad cosecha (días)* Color malla Raschell	2	0,886	0,886	0,443	0,40	0,675
Error	42	46,850	46,850	1,115		
Total	47	179,373				

S = 1,05616 R-cuad. = 73,88% R-cuad.(ajustado) = 70,77%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg GH/kg semilla (TCO)

Edad cosecha (días)	N	Media	Agrupación
13	24	6,7883	A
10	24	3,4998	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg GH/kg semilla (TCO)

Color malla Raschell	N	Media	Agrupación
Roja	16	5,4217	A
Sin malla	16	5,0306	A
Blanca	16	4,9799	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.10. ANOVA Rendimiento de Kg de MS/kg de Semilla Procesada

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Edad cosecha (días)	1	3,56294	3,56294	3,56294	87,71	0,000
Color malla Raschel	2	0,53085	0,53085	0,26542	6,53	0,003
Edad cosecha (días)* Color malla Raschel	2	0,02031	0,02031	0,01015	0,25	0,780
Error	42	1,70621	1,70621	0,04062		
Total	47	5,82030				

S = 0,201554 R-cuad. = 70,69% R-cuad.(ajustado) = 67,20%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg MS/kg semilla (TCO)

Edad cosecha (días)	N	Media	Agrupación
13	24	1,3269	A
10	24	0,7820	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg MS/kg semilla (TCO)

Color malla			
Raschel	N	Media	Agrupación
Sin malla	16	1,2029	A
Blanca	16	0,9886	B
Roja	16	0,9720	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.11. Estructura de costos de producción de GH de sorgo escobero del Tratamiento uno (T1)

PROCESO	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio unitario (soles)	Costo
PRE GERMINACIÓN - GERMINACION (5 días)	Sorgo escobero	Kg.	2,362	1,25	2,95
	Agua	L	4,05	0,025	0,10
	Lejía	L	0,001	1,90	0,002
	Mano de obra	Horas	1,25	3,125	3,91
	Sub Total				6,96
GERMINACION (8 días)					
	Agua	L	5,20	0,025	0,13
	Mano de obra	Horas	4,00	3,125	12,50
	Sub Total				12,63

Costo de producción por tratamiento (S/)	19,59
Rendimiento/tratamiento (Kg)	15,84
Costo de 1 Kg de germinado hidropónico	1,24
Costo de depreciación/kg	0,05
Costo Total de 1 Kg. de germinado hidropónico	1,29